



Test og demonstration af en selektiv topløs trawl

Krag, Ludvig Ahm; Madsen, Niels

Publication date:
2010

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Krag, L. A., & Madsen, N. (2010). *Test og demonstration af en selektiv topløs trawl*. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

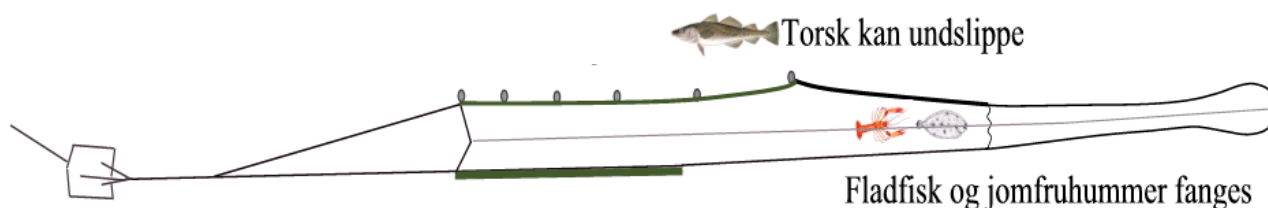
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Test og demonstration af en selektiv topløs trawl

DTU Aqua

Ludvig Ahm Krag og Niels Madsen

2010



Danmark og EU investerer i bæredygtigt fiskeri.
Projektet er støttet af Fødevareministeriet og EU.

Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri



Den
Europæiske
Fiskerifond

Indhold

Indhold.....	2
Sammendrag	3
Introduktion	4
Materiale og metoder.....	5
Indledende møde	5
Fartøj og område.....	6
Trawl design	6
Det topløse trawl design	7
Sejladser	8
Pilot projekt	8
Forsøgsfiskeri	9
Databehandling.....	10
Redskabs monitorering	10
Resultater.....	12
Sejladsen.....	12
Effekten af den topløse trawl.....	12
UV optagelse	18
Diskussion	19
Acknowledgements	20
Referencer	21

Sammendrag

I 2009 blev der foretaget forsøgsfiskeri med et topløst trawl design i Kattegat og Skagerrak med henblik på at udvikle et redskab der effektivt vil kunne fange jomfruhummer og fladfisk samtidig med at fangsten af torsk reduceres med mindst 70 % sammenholdt med en standard jomfruhummertrawl.

Der blev foretaget 24 slæb med det topløse trawl sammen med en standard trawl i et to-trawl system i Kattegat og Skagerrak. Det topløse trawl opnåede den tilsigtede geometri og form under de forskellige bund og strøm forhold forsøgsfiskeriet blev afviklet under.

Det topløse trawl design reducerede fangsten af torsk signifikant ($p < 0.001$) sammenlignet med standard trawlen. Opgjort i totalt antal individer blev fangsten af torsk reduceret med 30 % og målt i vægt med 50 %. Denne forskel skyldes en længdeafhængighed hvor større individer torsk i større grad end mindre individer undslap det topløse trawl. Det udviklede og testede topløse trawl design formåede dermed ikke at reducere fangsten af torsk med 70 % i forhold til en standard trawl som var sat som grænse for at kunne opnå adgang til de fiskepladser der i dag er inkluderet i det lukkede område i det sydøstlige Kattegat.

Den topløse trawl fangede signifikant ($p < 0.001$) flere rødspætter og tunger end standard trawlen mens fangsten af jomfruhummer blev reduceret signifikant ($p < 0.001$) her svarende til 19 % målt i antal over gældende mindste mål. Reduktionen i fangsten af jomfruhummer i det topløse trawl skyldes primært fangstfordelingen i 2 af forsøgets 24 slæb da fangstfordelingen i de resterende slæb var relative ens for jomfruhummer.

Introduktion

Fiskeriet i Kattegat udføres i hovedsag med trukne redskaber og primært med trawl. Fiskeriet kan oftest beskrives som et blandet arts fiskeri hvor flere arter fanges sammen. Bestanden af torsk (*Gadus morhua*) i Kattegat har gennem en længere årrække været på et kritisk niveau. Rekrutteringen af torsk i Kattegat har de senere år været på det laveste niveau der er målt. ICES (Det Internationale Havforskningsråd) anbefaler på baggrund heraf af der ikke fanges torsk i Kattegat i 2010 (ICES, 2009). Jomfruhummer (*Nephrops norvegicus*) og tunger (*Solea solea*) er de økonomisk vigtigste arter der fanges i Kattegat og udnyttelsen af begge disse arter betegnes af ICES som bæredygtigt (ICES, 2009). Rødspætter (*Pleuronectes platessa*) og enkelte andre arter kan dog også i perioder have en betydning for fiskeriets indtjening. Fiskeriet i Kattegat havde en samlet førstehåndsværdi på ca. 130 millioner kroner i 2009. Der er derfor et væsentligt incitament for at udvikle mere selektive fiskeredskaber, der mere målrettet kan fange arter som jomfruhummer, tunge og andre fladfisk mens fangsten af torsk reduceres til et minimum.

Der har de senere år været anvendt selektionspaneler i de trawlnetredskaber der anvendes under fiskeri i Kattegat for blandt andet at reducere fangsten af juvenile torsk (Krag et al., 2008). Trods anvendelse af disse selektionspaneler i de trukne redskaber de senere år har bestanden af torsk i Kattegat ikke vist tegn på fremgang. Mere drastiske bevarings tiltag blev derfor iværksat i 2009 hvor et større område i det sydøstlige Kattegat blev lukket for fiskeri. Dele af dette området er lukket i en periode af året mens andre dele af området er permanent lukket for fiskeri. De lukkede områder inkluderer ifølge erhvervet vigtige fiskepladser der anvendes blandt andet til fiskeri efter jomfruhummer og fladfisk i det sydøstlige Kattegat. Der har derfor fra erhvervets side være udtrykt ønske om at der igen opnås adgang til disse fiskepladser. Hvis der skal fiskes efter jomfruhummer eller fladfisk i de områder der er lukket for at beskytte torsk er det selvfølgelig nødvendigt at de redskaber der anvendes kun har en minimal fangst af torsk. Der er fra Fødevareministeriet indikeret at redskaber der skal kunne opnå adgang til dele af de lukkede områder skal kunne dokumentere en reduktion i fangsten af torsk på mindst 70 % sammenlignet med et standard trawl af den type der anvendes i fiskeriet efter blandt andet jomfruhummer og tunger i Kattegat.

Flere varianter af topløse trawl design har de sidste 15 år været testet i flere forskellige fiskerier og havområder med henblik på at reducere fangsten af torsk og andre torskefisk. Princippet ved et

topløst trawl design er at trawlets traditionelle tag fjernes således at overkværken føres 6-10 meter længere tilbage end underkværken for at arter som torsk kan svømme op og undslippe redskabet mens fladfisk og andre arter ikke vil undslippe redskabet og dermed fanges. Nogle forsøg med topløse design har resulteret i en betydelig reduktion af torsk (Pol m. fl., 2003; Chosid m. fl., 2008) mens andre forsøg ikke har opnået en væsentlig reduktion af torsk (Revill m., fl. 2006). Forsøg udført ved den amerikanske østkyst resulterede i temmelig store reduktioner i fangsten af både torsk og de fladfisk der var fiskeriets målarter (Pol m. fl., 2003; Chosid m. fl., 2008). Tyske forskere har de senere år udført en længere række forsøg med et topløst trawl design til fangst af fladfisk med minimal fangst af torsk i Østersøen (Mieske, B., 2008). I de tyske forsøg reduceres fangsten af torsk med 60-80 % uden at fangsten af rødspætter, skrubber (*Platichthys flesus*) og isinger (*Limanda limanda*) er blevet reduceret. Disse resultater er meget lovende med henblik på fiskeriet i Kattegat. De tyske forsøg er udført i den vestlige Østersø og indeholder derfor ikke fangster af hverken jomfruhummer eller tunger der er de afgørende målarter for fiskeriet i Kattegat.

Jomfruhummer er via undervands optagelser blevet observeret rullende langs trawlets underpanel (bund) (Main og Sangster, 1985; Thorsteinsson, 1986). Et adfærdsstudie fra Nordsøen hvor fisk og jomfruhummers vertikale adfærd blev undersøgt foran forlængerstykket i et trawl med en vertikalt inddelt ramme og tilhørende opsamlingsposer viste at 90 % af jomfruhummer opholdte sig i redskabets nederste halvdel mens 60 % af torsken blev fanget i redskabets øverste halvdel (Krag m. fl., 2009). Disse fordelinger indikerer at størstedelen af torsk kan separeres vertikalt fra størstedelen af jomfruhummer og fladfisk i et trawl.

Med baggrund i det redskabsdesign der er udviklet til målrettet fiskeri efter fladfisk i den vestlige Østersø blev der fremstillet et topløs design baseret på et traditionelt hummertrawl af den type der traditionelt anvendes i Kattegat og Skagerrak. Dette topløse trawl design blev i et fangstsammenligningsforsøg, udført i Kattegat/Skagerrak sammenlignet med et traditionelt hummertrawl af samme type som var udgangspunktet for det topløse design. Denne rapport beskriver det forsøgsfiskeri og de resultater der blev opnået herunder.

Materiale og metoder

Indledende møde

Før forsøget blev der afholdt et møde i Hirtshals med fiskere, vodbindere, Danmarks Fiskeriforening, forskere (DTU Aqua) samt den tyske forsker, Bernd Mieske der over en længere

periode har arbejdet med at udvikle et topløst trawl design til fiskeri i Østersøen. Det tyske design er udviklet for at fange fladfisk effektivt med en minimal bifangst af torsk. På dette møde blev de tyske erfaringer og resultater fra en længere forsøgsrække fremlagt sammen med lignende erfaringer fra forsøgsfiskeri med forskellige varianter af det topløse design fra England, USA og Færøerne. Mødets formål var at diskutere og planlægge hvordan disse erfaringer bedst muligt kunne overføres til et standard dansk jomfruhummertrawl og de forhold redskabet vil skulle fungere under.

Fartøj og område

Forsøgsfiskeriet blev udført ombord på FN 370 Susanne H fra Strandby. Susanne H er en stål trawler på 16 m med en motor effekt på 220 kw. Fartøjet fisker primært i Kattegat og Skagerrak efter jomfruhummer og tunger med fangst af andre arter, herunder diverse arter af fladfisk. Fiskeriet foregår med et to-trawl system hvorved to ens trawl fiskes ved siden af hinanden samtidig. I perioder deltager fartøjet også i fiskeriet efter industrifisk.

Forsøgsfiskeriet blev udført fra d. 26 marts til d. 7 april i 2009. Indledningsvist blev der foretaget nogle test slæb tæt på fartøjets hjemhavn, Strandby for at sikre at begge redskaber fungerede efter hensigten og kunne fiske samtidig i et to trawl system på trods af at redskaberne var ret forskellige. Der blev under denne pilotafprøvning foretaget de nødvendige justeringer således at selve forsøgsfiskeriet kunne iværksættes.

Forsøgs fiskeriet blev startet i de lukkede områder i det sydøstlige Kattegat da den topløse trawl var udviklet og modificeret med det formål at kunne reducere fangsten af torsk sammenlignet med standard trawlet med mindst 70 %. Det selektive topløse trawl blev anvendt og fungerede uden praktiske problemer på flere af de traditionelle fiskepladser i og omkring det lukkede område i det sydøstlige Kattegat. Området blev dog efter få dages fiskeri forladt til fordel for Skagerrak da der ikke blev fundet den fornødne tæthed af torsk der kræves for en efterfølgende statistisk sammenligning mellem standard trawlen og den topløse trawl.

Trawl design

Under forsøgsfiskeriet blev fartøjets egne redskaber anvendt (400 maskers jomfruhummertrawl med 160 fod rub fra venstre til højre vinge spids fremstillet ved Hermans vodbinderi i Strandby). Det ene trawl blev bygget om til et topløst trawl mens det andet trawl forblev uændret (standard trawl). Der blev anvendt fangstposer fremstillet i 90 mm (dobbelt 4 mm tråd) af den type der normalt anvendes kommercielt i fiskeriet efter blandt andet jomfruhummer i Kattegat/Skagerrak. Fangstposerne i standard trawlen og i den topløse trawl var identiske og der blev ikke anvendt selektionspaneler

eller lignende under forsøget. Den eneste forskel der var mellem de to anvendte redskaber var derfor kun at det ene trawl var topløst.

Det topløse trawl design

Der blev ikke foretaget ændringer i redskabets underste halvdel, som er den del af redskabet der er under sidesømmen. Standard trawls traditionelle overvinge blev fjernet fra vingens spids tilbage til punktet A på (Fig. 1) således at sømmen i vingen herefter udgjorde redskabets overtælle.

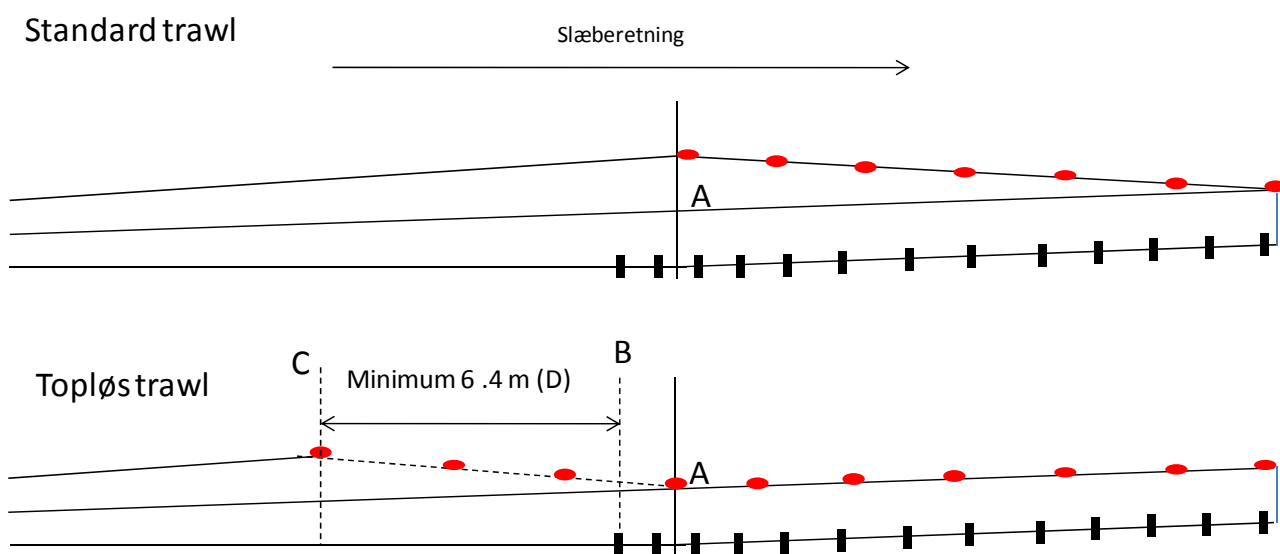


Fig. 1. En skematisk tegning af trawls foreste halvdel samt redskabets vinge set fra siden samt hvordan et standard trawl ændres til et topløs trawl design. Punkterne A-D skal sammenholdes med Fig 2.

Fra punktet A blev der foretaget en skæring på 1N4B (en knude fire stolper) tilbage i trawlen således at centret af overtællen (over-kværken) (C, Fig. 2) blev ført 6.4 meter (afstanden D) bag centret af undertællen (under-kværken) (B, Fig. 2). Denne skæring var ens i overpanelets højre og venstre side (Fig. 2). Skæringsratioen var ens hele vejen bagover i redskabet til punktet C. Der var ingen tov, liner, net stykker eller lignende anordninger der gik over redskabets topløse del eller på anden måde kunne obstruere denne åbning i redskabet.

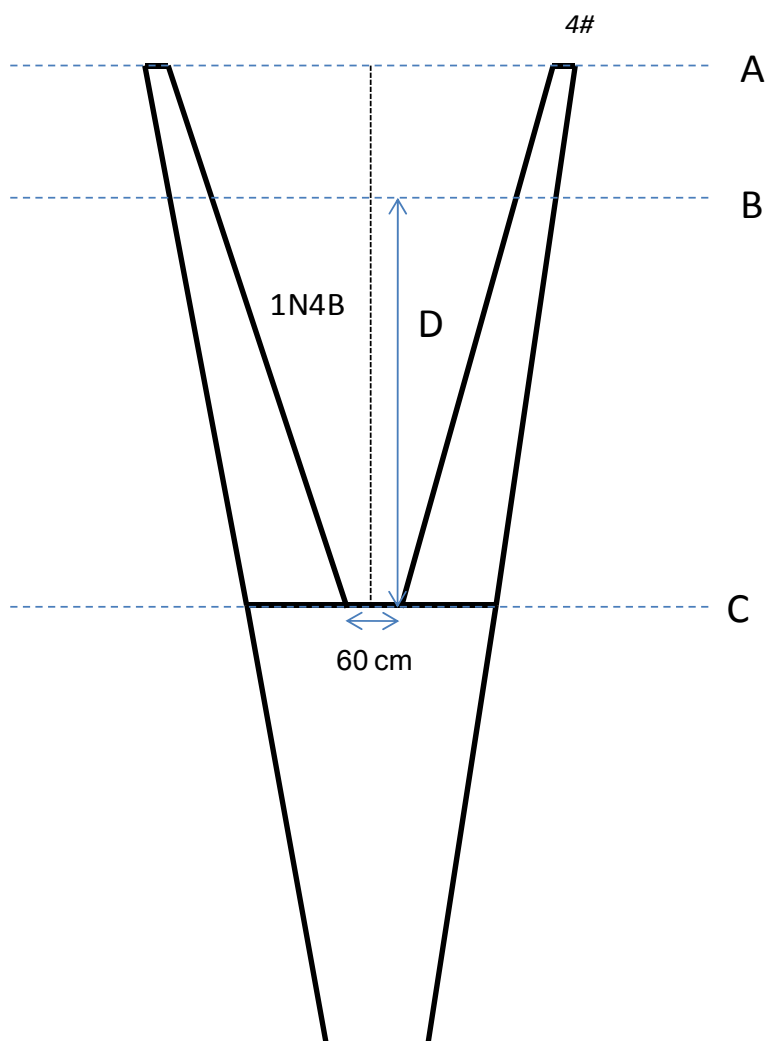


Fig 2. Skematisk redskabstegning af overpanelerne i det selektive topløse trawl. Se tekst for forklaring.

Inden sejladser blev iværksat blev fangstposen opmålt i både den topløse trawl og for standard trawlen. Opmålingen af fangstposernes masker blev foretaget med en OMEGA maske måler med 125 newton.

Sejladser

Pilot projekt

Det er et relativt stort indgreb i et trawl design at fjerne store dele af redskabets overplade. Det er derfor afgørende af vide at indgrebet har fungeret efter hensigten. I tillæg til at sikre at det topløse trawl fungerede efter hensigten var det afgørende at det topløse trawl og standard trawlen sammen

kunne anvendes i et to-trawl system, hvilket af erfaring kan være vanskeligt med to meget forskellige trawl design. For at sikre bedst muligt at både den topløse trawl og standard trawlen var justeret optimalt blev redskabernes geometri overvåget individuelt med sensorer monteret på trawlets skovle og klump således af begge redskabers spil kontinuerligt kunne monitoreres. For at kunne monitorere hvordan den topløse trawls tilbageskårede overtælle og vinger fungerede under fiskeri blev der monteret et lille let UV kamera forskellige strategiske steder på trawlen under pilotfiskeriet.



Fig. 3. Billedet viser hvordan undervands kameraet enkelt kan monteres rundt på redskabet. Her blev kameraet monteres på redskabets vinge for at undersøge stabiliteten af denne under fiskeri.

Forsøgsfiskeri

Selve forsøgsfiskeriet blev iværksat umiddelbart efter det var konstateret at det selektive topløse trawl fungerede efter hensigten. Forsøgsfiskeriet blev udført som et fangstsammenligningsforsøg hvor to redskaber fisker samtidig i et to-trawlsystem (Wileman et al., 1996). Fangsten der tilbageholdes i de to redskaber sammenlignes og en eventuel forskel heri tillægges forskellen mellem de to redskaber. Fangsten af de kommercielt vigtige arter blev målt til nærmeste hele cm. Hovedskjoldslængden blev målt for jomfruhummer til nærmeste hele mm med en elektronisk skydelære.

Der var monteret akustiske sensorer på både den topløse og standard trawlen samt på trawlsystemets klump. Dette sensorsystem kan måle det såkaldte dobbelt-spil således at begge redskabers spil kunne følges individuelt hvorved det var muligt kontinuerligt at overvåge om redskaberne fungerede efter hensigten gennem hele forsøget. Endvidere blev der i det omfang det var muligt monteret et undervands kamera forskellige steder på det topløst trawls tilbageskårede overtælle for at undersøge stabiliteten i redskabets vinger.

Databehandling

Fangsten af de kommercielt vigtigste arter blev inddelt i totalt antal individer, antal under gældende mindste mål (MLS) samt antal over MLS. De kommercielt vigtige arter var torsk, jomfruhummer, rødspætter, tunger, kuller, sej og hvilling. Der blev herudover fanget mindre mængder af flere andre arter, herunder rødtunger, slethvarrer, langer mfl. Disse er ikke registreret og derfor ikke medtaget i de efterfølgende analyser da arterne kun optrådte i små mængder der ikke vil tillade en statistisk behandling. Total fangsten af torsk og jomfruhummer blev vejret ombord.

Fangsten fra det topløse trawl og standard trawlen blev holdt adskilt under hele forsøget og fangsterne oparbejdet separat. Fangsten i de to trawl blev sammenlignet med en Wilcoxon signed rank test (Sokal and Rohlf, 1997). Denne ikke-parametriske test blev valgt frem for en parametrisk parret t-test da de fangst data der er indsamlet under fiskeriet ikke er normalfordelt. En Wilcoxon signed rank test forudsætter kun en symmetrisk fordeling af forskellen mellem de to redskaber og er derfor mere robust dog med et mindre tab af power i det tilfælde hvor data er normalfordelt og en parametrisk vil kunne anvendes (Smith, 1995).

Der blev også foretaget en fangstsammenligning ved hjælp af *Generalised Linear Mixed Models* (GLMM), en teknik hvor der anvendes en polynomisk beskrivelse til at estimere fangst proportionerne i det topløse trawl. Den metode der her er anvendt her til er udviklet og beskrevet i Holst and Revill (2009). Metoden muliggør estimering af sandsynligheden for tilbageholdelse i den topløse trawl over det observerede længde interval for den pågældende art med realistiske konfidens grænser. For at udnytte informationen i data bedst muligt er observationerne for hver længdegruppe sammenlignet for hvert enkelt slæb.

Redskabs monitorering

Fartøjet, FN 370 SUSANNE H, stillede et sæt ens identiske hummertrawl til rådighed til forsøget. Den topløse trawl model blev designet med baggrund i den tyske model der har opnået gode resultater med i den vestlige Østersø. Da danske jomhummertrawl ikke er identiske med det trawl

design der er udviklet i Tyskland er det danske og det oprindelige tyske design ikke helt ens. Fremstillingen af den topløse trawl med tilhørende tilpasning til en dansk standard hummertrawl blev foretaget hos Hermans Vodbinderi i Strandby med bistand fra skipper Hans Jørgen Hansen fra fartøjet der blev anvendt under forsøgsfiskeriet.

Resultater

Sejladsen

Der blev foretaget 24 slæb under forsøget hvor ca. halvdelen foregik i Kattegat og halvdelen i Skagerrak. Der blev under forsøget udført fiskeri på dybder fra ca. 35 meter til over 120 meter. Det topløse redskab fungerede uden problemer gennem hele forsøget under de forhold der blev foretaget fiskeri under.

Det målte maske størrelser i den topløse trawl og i standard trawls fangstpose er vist i tabel 1.

Tabel 1. Målt maske størrelse i fangstposen på de anvendte trawl.

Maskemålinger	Standard trawl	Topløst trawl
Antal masker målt	30	30
Minimum (mm)	79	81
Maksimum (mm)	96	99
Standard afvigelse	3.97	3.39
Gennemsnit (mm)	88.0	89.5

Effekten af den topløse trawl

Fangstsammensætningen i det topløse trawl var markant anderledes end fangsten i standard trawlen. Effekten af det topløse trawl er herunder gennemgået for de enkelte arter. Det samlede antal individer per længde der blev fanget med henholdsvis standard trawlen og den topløse trawl er vist i Fig. 4. Den observerede andel af individer der blev fanget i den topløse trawl er vist per længde gruppe for de vigtige kommercielle arter der blev fanget under forsøget i Fig. 5. Fangsten i det topløse trawl af muslingeskaller, snegle og sømus var generelt højere end i standard trawlen hvilket kan indikere at der opnås en bedre bundkontakt med den topløse trawl.

Torsk

Det topløse trawl fangede signifikant ($p < 0.001$) mindre torsk end standard trawlen (tabel 2). Forskellen for torsk under MLS var dog ikke signifikant forskellig mellem de to redskaber ($p = 0.743$). Fangsten af torsk over MLS var signifikant reduceres ($p < 0.001$) i det topløse trawl. Denne længde afhængighed i det topløse trawls evne til at selekttere torsk ud af redskabet er vist i Fig. 6. Sandsynligheden for at blive tilbageholdt falder med størrelsen på torsken. Total fangsten af torsk reduceres med 30 % målt i antal og med 49 % målt i vægt. Forskellen i fangstreduktion

mellem hvorvidt fangsten opgøres i antal eller i vægt skyldes at større individer af torsk undslipper det topløse trawl i større omfang end de mindre individer.

Jomfruhummer

Fangsten af jomfruhummer i det topløse trawl var signifikant ($p < 0.001$) mindre end fangsten i standard trawlen, både opgjort i totalt antal samt som individer over MLS (40mm hovedskjoldslængde) (tabel 2). Under forsøgets 24 slæb blev der fanget jomfruhummer i de 22 slæb. Nogle af disse slæb blev der dog kun fanget få individer. Generelt fangede den topløse trawl og standard trawlen ca. lige mange jomfruhummer på nær 2 slæb hvor standard trawlen fangede væsentligt flere. Disse 2 slæb var blandt de slæb hvor der blev fanget flest jomfruhummere. Fangsterne af jomfruhummer var generelt lav under hele forsøget. Der blev ikke observeret en længde afhængig fordeling af jomfruhummer mellem de to trawl.

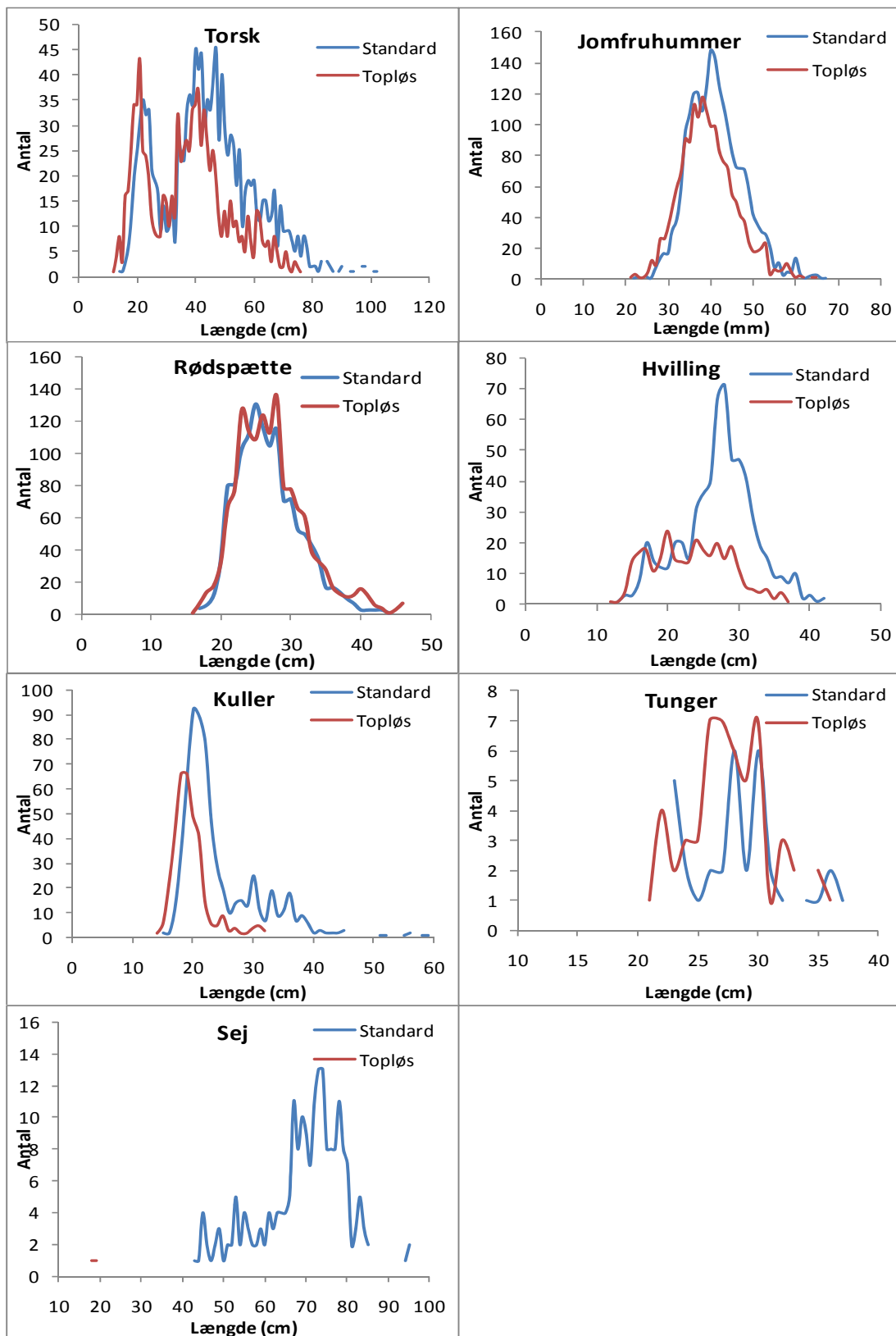


Fig. 4. De samlede fangster i standard trawlen og i det selektive topløse trawl.

Rødspætter

Fangsten af rødspætter, både målt som totalt antal samt som antal over MLS, var signifikant ($p < 0.001$) højere i det topløse trawl sammenlignet med standard redskabet (tabel 2). Det topløse trawl fanger samlet 18 % flere rødspætter over MLS end standard trawlen. Forskellen i fangsten af rødspætter under MLS var dog ikke signifikant ($p = 0.479$) mellem de to redskaber. Modsat det der blev fundet for torske fanger det topløse trawl større rødspætter mere effektivt en standard trawlen (Fig. 6).

Tabel 2. Resultater fra Wilcoxon signed rank test.

	Standard	Topløst trawl	Forskel (%)	W-statistic	<i>p</i>
<u>Torsk</u>					
Total no	1209	851	-29.6	62814	<0.001
No < 30 cm	392	366	-6.6	361	0.743
No ≥ 30 cm	817	485	-40.6	-48811	<0.001
<u>Jomfruhummer</u>					
Total no	2067	1677	-18.9	18670	<0.001
No < 40 mm*	860	694	-19.3	-2466	0.004
No ≥ 40 mm*	1207	983	-18.6	-7352	<0.001
<u>Rødspætte</u>					
Total no	1305	1430	9.6	10648	<0.001
No < 27 cm	681	691	1.5	421	0.479
No ≥ 27 cm	624	739	18.4	6458	<0.001
<u>Tunge</u>					
Total no	36	55	52.8	541	0.046
No < 24 cm	6	2	-66.7	-9	0.438
No ≥ 24 cm	30	53	76.7	470	0.014
<u>Hvilling</u>					
Total no	613	297	-51.5	-14477	<0.001
No < 23 cm	113	120	6.2	-48	0.861
No ≥ 23 cm	500	177	-64.6	-10099	<0.001
<u>Kuller</u>					
Total no	672	357	-46.9	-15841	<0.001
No < 27 cm	481	321	-33.3	-2572	<0.001
No ≥ 27 cm	191	36	-92.5	-61.36	<0.001
<u>Sej</u>					
Total no	227	6	-97.4	-6305	<0.001
No < 30 cm	2	2	0,0	0	1,000
No ≥ 30 cm	225	4	-98.2	-960	<0.001

*Rygskjoldslængde

Hvilling

Fangsten af hvilling både målt som totalt antal samt som antal over MLS, var signifikant ($p=0.001$) mindre i det topløse trawl (tabel 2). Fangsten af individer under gældende MLS er dog ikke signifikant ($p=0.861$) forskellig mellem de to trawl. Den længde afhængige effekt, der minder om den der blev observeret for torsk (fig. 6).

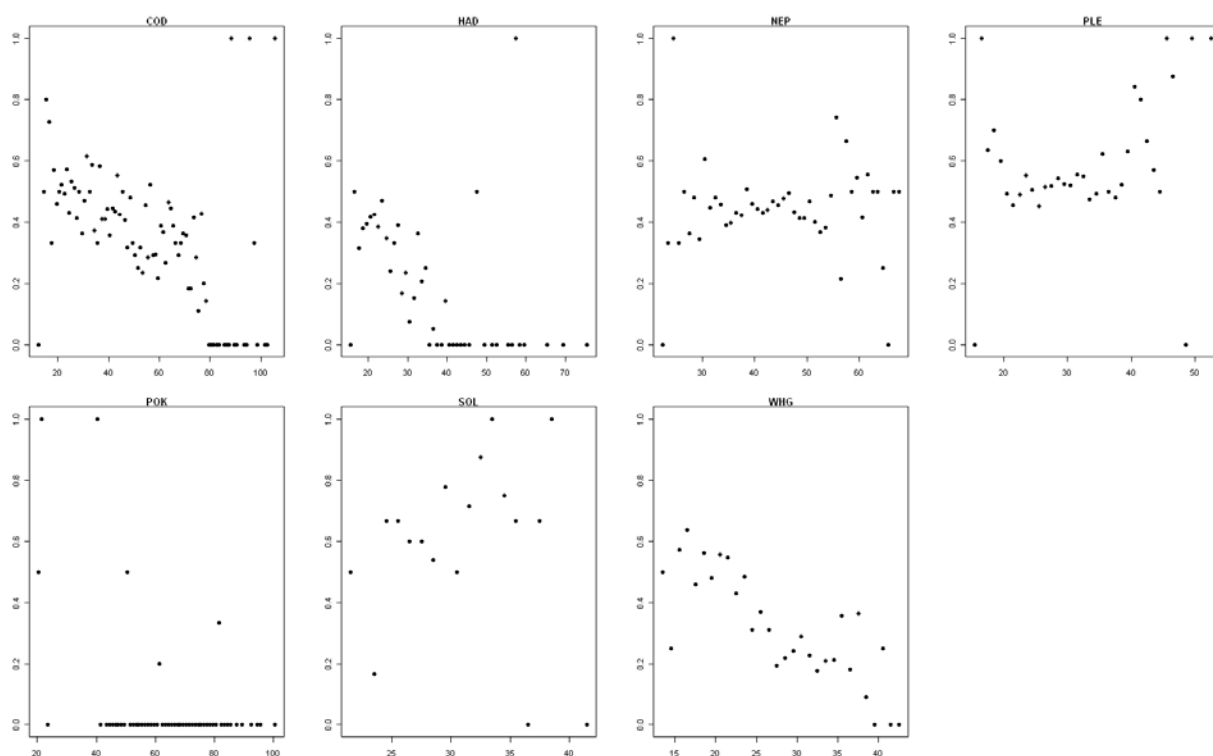


Fig. 5. Figuren viser den observerede andel fisk per længde der fanges i det topløse trawl for de kommersielt vigtige arter der er fanget under forsøget. X-aksen angiver fiskens længde i cm og længden af jomfruhummer i mm rygskjoldslængde. COD = torsk, HAD = kuller, NEP = jomfruhummer, PLE = rødspætte, POK = sej, SOL = tunge, WHG = hvilling.

Tunge

Der blev generelt ikke fanget ret mange tunger. Den topløse trawl fangede dog signifikant flere tunger generelt ($p=0.046$) samt af tunger over MLS ($p=0.014$). Fangsten af tunger under MLS var meget lav og der blev ikke fundet en signifikant ($p=0.438$) forskel mellem de to redskaber (tabel 2). Samlet fangede det topløse trawl 77 % flere tunger over MLS end standard trawlen.

Kuller

Fangsten af kuller blev signifikant ($p < 0.001$) reduceret for samtlige kategorier (totalt antal, antal over MLS samt antal under MLS) i det topløse trawl sammenlignet med standard trawlen (tabel 2)

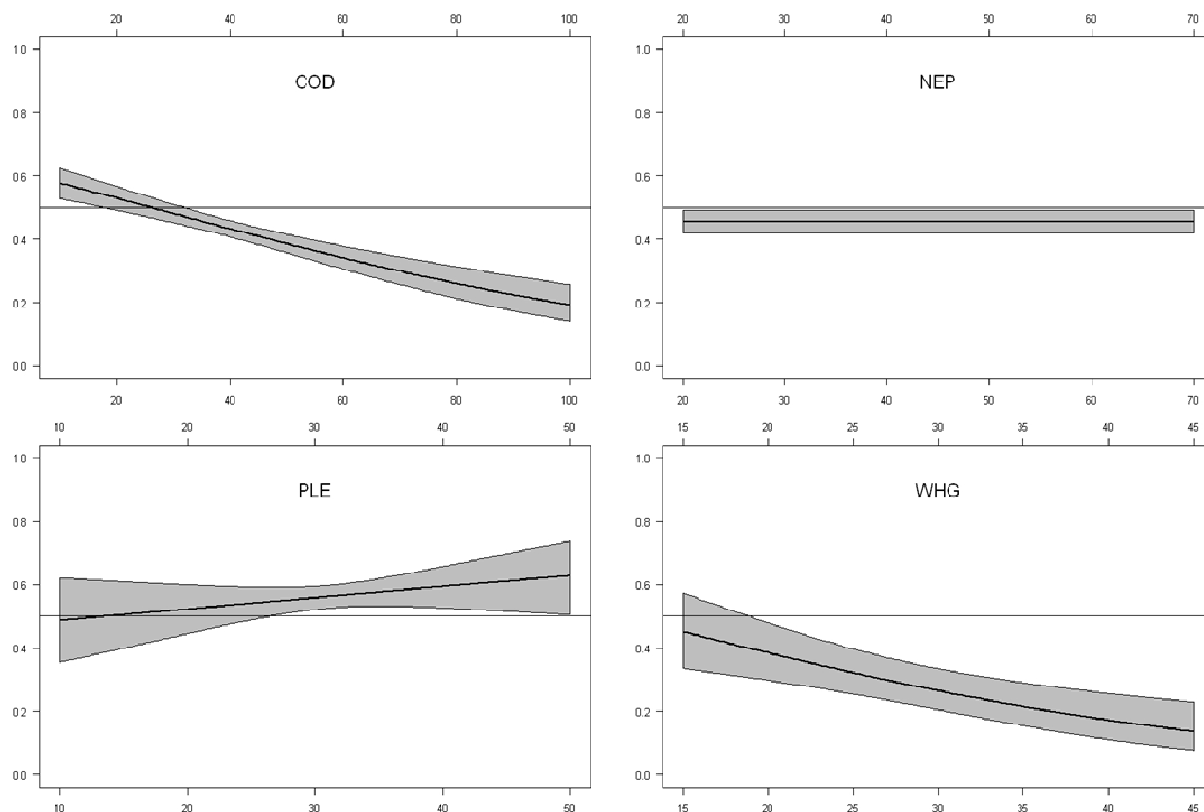


Fig.6. GLMM modelerede proportioner af den totale fangst der fanges i det topløse trawl. 0.5 værdien horisontalt midt i hvert plot indikerer en ens fangst fordeling mellem de to trawl hvor 0.2 indikerer at 20% af den totale fangstmængde tilbageholdes i det topløse trawl og 80% i standard trawlen. (COD = torsk, NEP = jomfruhummer, PLE = rødspætte, WHG = hvilling). X-aksen angiver fisks længde i cm og jomfruhummer i mm rygskjodslængde.

Sej

Fangsten af sej blev reduceret med 97 % i det topløse trawl. Der blev kun fanget 4 sej under MLS. Det er derfor ikke muligt at beskrive det topløse trawls effekt på sej under MLS. Reduktionen i fangsten i den topløse trawl var signifikant ($p < 0.001$) for sej i totalt antal og for antal over MLS (tabel 2).

Undervands optagelser

Der blev foretaget undervandsoptagelser på et større antal slæb. Generelt var der meget dårlig sigtbarhed ved bunden i de områder der blev fisket i hvilket betød at det ikke var muligt at se større dele af redskabet under fiskeri. Optagelser kunne dog anvendes til at sikre at f. eks. det topløse trawls tilbageskårede vinger ikke lå ned under fiskeri eller at trawlen klappede sammen under fiskeri hvilket ikke vil være muligt at opdage alene ved hjælp af den information redskabernes akustiske sensorer gav.

Diskussion

Det topløse trawl reducere fangsten af torskefisk generelt, specielt fangsten af sej, hvilling og kuller, og i mindre omfang også fangsten af torsk. Et væsentligt formål med at udføre forsøg med det topløse trawl design var at finde et redskab der vil kunne reducere fangsten af torsk med mindst 70 % sammenlignet med et standard redskab af den type der i dag anvendes i fiskeriet efter blandt andet jomfruhummer i Kattegat. Det anvendte topløse trawl design reducerede fangsten af torsk med 30 % målt i antal og ca. 50 % målt i vægt. Det skitserede mål på en 70 % reduktion blev dermed ikke opnået med det anvendte design.

Tidligere resultater fra Færøerne med topløse trawl viser reducerede fangster af torsk med 38 % uden der blev observeret tab af fladfisk (Thomsen, 1993). Disse resultater har store ligheder med resultaterne fra dette forsøg. Tyske forsøg der har været udført i Østersøen har rapporteret reduktioner i fangsten af torsk på omkring 60 - 80 % målt i antal. Der blev i disse forsøg ikke observeret nogen nævne værdig forskel på om fangstreduktionen af torsk blev opgjort i antal eller i vægt hvilket kan indikere at der ikke har været den samme længde afhængighed hvor større individer af torsk i større omfang end de mindre individer undslap redskabet i det topløse design. Hvad der ligger til grund for denne forskel mellem resultaterne fra henholdsvis Kattegat/Skagerrak og Østersøen er ikke umiddelbar klar. En forskel er dog at der ikke er taget udgangspunkt i det samme trawl hvilket resulterer i forskellige sammenligninger.

Modsat hvad der blev observeret for fangsten af torskefisk blev der fanget signifikant flere rødspætter og tunger over MLS i det topløse trawl. Fangstværdien af rødspætter og tunger og sandsynligvis også andre fladfisk vil dermed være større når der anvendes et topløst trawl design. Dette kan skyldes at det topløse trawl sandsynligvis har en bedre bundkontakt end standard redskabet. Dette støttes af at det topløse design generelt fangede en større mængde skaller (sømus, snegle og muslinger) end standard trawlen.

Princippet i det topløse trawl er at torsk svømmer ud gennem den store åbning der dannes fremme i trawlen hvor redskabets top fjernes. Redskabets selektive evne bygger dermed i høj grad på fiskens adfærd og ikke på en mere mekanisk selektion som f.eks. maske selektion i en fangstpose. Resultater fra tidligere forsøg med redskabsdesign hvor forskellige arter adskilles baseret på forskelle i adfærd mellem de pågældende arter har vist at der kan være betydelige forskelle mellem

eksperimentelle resultater der opnås om henholdsvis dagen og natten (Krag, m. fl., 2010). Under dette forsøg med et selektivt topløst trawl blev fiskeriet i hovedsag foretaget i døgnets lyse timer. Hvorvidt der vil opnås et andet resultat under fiskeri i døgnets mørke timer er derfor ikke klart.

DTU Aqua har efter anmodning fra Fødevareministeriets Departement vurderet et topløst trawldesign, som forventes at give en selektivitet over for torsk som svarer til en reduktion på 70 % i fangsten af torsk i forhold til en standard trawl med en maskevidde på 90 mm. Dette kan teoretisk, med udgangspunkt i dette forsøg, opnås ved at kombinere et topløst trawl med en SELTRA fangstpose (Madsen, m. fl., 2010) med et 175 mm panel. Det er vigtigt at pointerer at det dette redskabsforslag er baseret på en teoretisk vurdering. Kombinationen af et topløst trawl og en 175 mm SELTRA fangstpose vil dog testen under forsøgsfiskeri i 2010 i Nordsøen således at der indsamles eksperimentel evidens for dette redskabs evne til at reducere fangsten af torsk og tilbageholde de resterende kommercielt vigtige arter.

Acknowledgements

DTU Aqua ønsker at rette en stor tak til Direktoratet for FødevareErhverv, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri og Den Europæiske Fiskerifond der har finansieret dette forsøg.

Danmarks Fiskeriforening takkes for gode råd og vejledning gennem hele forsøget.

En stor tak til Hans Jørgen Hansen og Dan Hansen på fartøjet FN Susanne H for uvurderlig hjælp og ekspertise under udviklingen af redskabet samt under selve forsøgsfiskeriet. Hermans Vodbinder i Strandby takkes for godt arbejde og et hyggeligt samarbejde. En stor tak til togtleder Jan Jensen og Åge Thaarup, begge fra DTU Aqua, der har gennemført forsøgets sejlads, undervandsoptagelser samt indtastning af eksperimentelle data.

Referencer

- Chosid, D. M., Pol, M., Szymanski, M., Ribas, L., and Moth-Poulsen, T., 2008. Diel variation within the species selective “Topless” trawl net. *Journal of Ocean Technology*. Vol. 3, No. 2.
- Holst, R., Revill, A., 2009.
- ICES 2009. ICES Advice 2009, Book 6, (6.4.1 Cod in Division IIIa East (Kattegat)).
- Main, J., Sangster, G.I., 1985. The behaviour of Norway lobster (*Nephrops norvegicus* L) during trawling. *Scott. Fish. Res. Rep.* no. 34.
- Madsen, N., Frandsen, R.P., Holst R, Krag, L.A., 2010. Development of new concepts for escape windows to minimize cod catches in Norway lobster fisheries. *Fisheries Research: In Press*.
- Mieske, B., 2008. Verringerung der Dorschbeifange in der Schleppnetzfischerei auf Plattfische mit einem im Oberblatt reduzierten Grundsleppnetz. *Inf. Fischereiforsch.* 55, 2008, 25-35.
- Krag, L.A., Holst, R., Madsen, N., Hansen, K., Frandsen, R.P., 2010. Selective haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) trawling – avoiding cod (*Gadus morhua*) bycatch. *Fisheries Research*: 101, 20-26.
- Krag, L.A, Madsen N., Karlsen JD., 2009. A study of fish behaviour in the extension of a demersal trawl using a multi-compartment separator frame and SIT camera system. *Fisheries Research*: 98, 62-66
- Krag L.A, Holst R., Madsen N., 2009. The vertical separation of fish in the aft end of a demersal trawl. *ICES Journal of Marine Science*: 66 Issue: 4, 772-777.
- Pol, M. V., Carr, H. A., and Ribas, L. R., 2003. Groundfish trawl nets designed to reduce the catch of Atlantic cod (*Gadus morhua*). Report, Northeast Consortium, Durham, NH.
- Revill, R., Dunlin, G., and Holst, R., 2006. Selective properties of the cutaway trawl and several other commercial trawls used in the Farns Deep North Sea *Nephrops* fishery. *Fisheries Research*, 81: 269–275.

Smith, S.M.,1995. Distribution-free and robust statistical methods: variable alternatives to parametric statistic. *Ecology* 76(6).

Sokal, R. R., Rohlf, F.J., 1997. *Biometry. The Principles and Practice of statistics in Biological Research*, third ed. W.H. Freeman and company, New York, p 887.

Thomsen, B., 1993. Selective flatfish trawling. *ICES Marine Science Symposium*, 196: 161–164.

Thorsteinsson, G., 1986. On the behaviour of *Nephrops* against bottom trawls as observed with an underwater TV. *ICES CM/B:45*.